

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-068959

(43)Date of publication of application : 07.03.2003

(51)Int.Cl.

H01L 23/48

H01L 23/40

H01L 29/40

(21)Application number : 2001-251554

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 22.08.2001

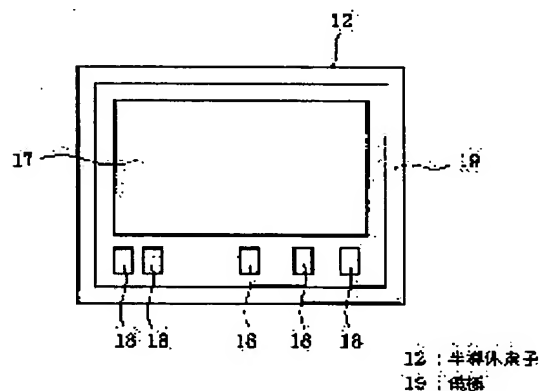
(72)Inventor : MASAMITSU KUNIAKI

(54) SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the occurrence of cracks in a semiconductor element by reducing tensile stress applied to the element in the manufacturing process of the element.

SOLUTION: In a semiconductor device which is constituted by soldering the semiconductor element 12 onto a heat sink, a metallic electrode 19 is formed in at least the outer peripheral section of the upper surface of the element 12. When the device is constituted in this way, the electrode 19 shrinks more than the semiconductor element 12 does and compressive stress is left in the element 12, because the electrode 19 has a larger coefficient of thermal expansion than the element 12 has. When the tensile stress acts on the element 12 under this condition, the endurable tensile stress of the element 12 is increased by the residual compressive stress, because the residual compressive stress offsets the tensile stress.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-68959

(P2003-68959A)

(43) 公開日 平成15年3月7日(2003.3.7)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

ターム(参考)

H 0 1 L 23/48

H 0 1 L 23/48

C 4 M 1 0 4

23/40

23/40

F 5 F 0 3 6

29/40

29/40

Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-251554(P2001-251554)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(22) 出願日 平成13年8月22日(2001.8.22)

(72) 発明者 真光 邦明

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(74) 代理人 100071135

弁理士 佐藤 強

Fターム(参考) 4M104 BB02 BB04 BB05 BB14 BB30

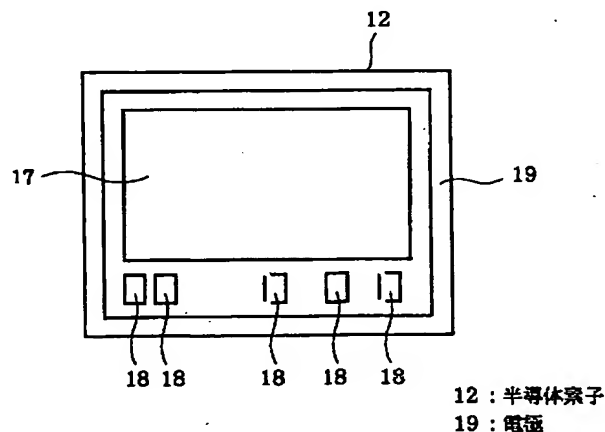
5F036 BE06

(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 半導体装置の製造工程において、半導体素子にかかる引っ張り応力を低減して、半導体素子にクラックや割れが発生することを極力防止する。

【解決手段】 本発明の半導体装置は、放熱板の上に半導体素子12を半田付けして成るものにおいて、半導体素子12の上面のうちの少なくとも外周部に金属製の電極19を形成するように構成したものである。この構成の場合、半導体素子の上面外周部の電極19の熱膨張係数が半導体チップ12の熱膨張係数よりも大きいことから、電極19が半導体チップ12よりも収縮し、半導体素子12に圧縮応力が残るようになる。この状態で、半導体素子12に引っ張り応力が作用すると、残留圧縮応力と引っ張り応力が相殺するので、半導体素子12が耐えられる引っ張り応力が残留圧縮応力の分だけ強くなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 放熱板の上に半導体素子を半田付けして成る半導体装置において、

前記半導体素子の上面のうちの少なくとも外周部に金属製の電極を形成したことを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 前記電極は、前記半導体素子と密着性の良い金属からなる下地電極と、この下地電極の上に形成された金属製の上部電極とから構成されていることを特徴とする請求項1記載の半導体装置。

【請求項3】 前記半導体素子の下面の面粗度Raが0.01 μ m以上であることを特徴とする請求項1または2記載の半導体装置。

【請求項4】 前記電極の厚み寸法が5 μ m以上であることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項5】 前記半導体素子の上面に形成された電極の厚み寸法と、前記半導体素子の下面に形成された電極の厚み寸法がほぼ等しくなるように構成したことを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、放熱板の上に半導体素子を載置して半田付けするように構成された半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】この種の半導体装置の製造工程の一例を、図10に示す。この図10に示すように、まず、半導体プロセスにより製造された半導体チップ1を、ヒートシンク2の上に載置して半田付けする工程を実行する。続いて、半導体チップ1の上面に形成された電極と、リードフレーム3との間をワイヤーボンディング(W/B)する工程を実行する。そして、半導体チップ1、ヒートシンク2及びリードフレーム3全体を樹脂4でモールドする工程を実行する。これにより、半導体装置5が製造される。

【0003】この半導体装置5においては、ヒートシンク2の下面が樹脂4から露出しており、半導体チップ1で発生した熱をヒートシンク2を通して良好に放熱させることができる。このため、上記半導体装置5は、発熱量の多い高耐圧・大電流用の半導体装置に適している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記半導体装置5の製造工程においては、2つの問題点がある。まず、1つの問題点は、半導体チップ1の熱膨張係数とヒートシンク2の熱膨張係数が大きく異なるため(例えばSiの熱膨張係数は3~4ppm/°Cであり、例えばCuの熱膨張係数は17ppm/°Cである)、半田付け直後は、ヒートシンク2は半導体チップ1よりも縮む。このため、半田付け後においては、図11に示すように、反りを発生

し、この反った状態では、次の各部位に応力が作用する。

【0005】具体的には、半導体チップ1の中央部1aにおいては、図11にて矢印で示すような圧縮応力がかかる。そして、半導体チップ1の端部1b、1bにおいては、図11にて矢印で示すような引っ張り応力がかかる。更に、半導体チップ1とヒートシンク2を接合する半田6の端部6a、6aにおいては、せん断応力がかかる。

【0006】上記応力のうち、半導体チップ1の端部1bにかかる引っ張り応力の大きさが、半導体チップ1の強度を越えると、半導体チップ1の電極が剥離したり、図12に示すように、半導体チップ1に水平クラック1cが発生したりすることがあった。

【0007】次に、半田付けの工程実行後、常温で加工する工程(例えばワイヤーボンディング工程等)が例えば4時間以上続くと、半田6の端部6aにかかるせん断応力により、半田6がゆるんでいき(いわゆるクリープ)、半導体チップ1全体にかかる応力が次第に低減していく(図13参照)。

【0008】この状態の半導体チップ1が加熱されると、例えば、樹脂4でモールド成形する工程を実行すると、180°C程度に加熱される。すると、上記熱膨張係数の違いから、ヒートシンク2は半導体チップ1よりも膨張するため、半導体チップ1に引っ張り応力が発生する(図13参照)。そして、この引っ張り応力の大きさが半導体チップ1の強度を越えると、半導体チップ1が割れてしまうという問題点があった。尚、上記チップ割れの現象は、半導体チップの端部やコーナー部から中心に向かって進行することがわかっている。

【0009】そこで、本発明の目的は、半導体装置の製造工程において、半導体素子にかかる引っ張り応力を低減することができ、半導体素子にクラックや割れが発生することを極力防止できる半導体装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明によれば、半導体素子の上面のうちの少なくとも外周部に金属製の電極を形成したので、この電極の熱膨張係数が半導体チップの熱膨張係数よりも大きいことから、電極が半導体チップよりも収縮する。このため、半導体素子に圧縮応力が残るようになる。この状態で、半導体素子に引っ張り応力が作用すると、上記残留圧縮応力と引っ張り応力が相殺することから、半導体素子が耐えられる引っ張り応力が上記残留圧縮応力の分だけ強くなる。即ち、半導体素子の引っ張り応力に対する強度が見かけ上増すことになる。従って、半導体装置の製造工程において、半導体素子にかかる引っ張り応力を低減することができ、半導体素子にクラックや割れが発生することを防止できる。

【0011】請求項2の発明によれば、前記電極を、前記半導体素子と密着性の良い金属からなる下地電極と、この下地電極の上に形成された金属製の上部電極とから構成したので、電極を半導体素子に強く固着することができると共に、電極の高さ寸法（厚み寸法）を容易に調節することができる。

【0012】そして、請求項1または2記載の半導体装置は、前記半導体素子の下面の面粗度 R_a が $0.01\mu\text{m}$ 以上である構成（請求項3の発明）に対して、特に有効である。また、請求項4の発明のように、前記電極の厚み寸法は $5\mu\text{m}$ 以上あることが好ましい構成である。

【0013】請求項5の発明によれば、前記半導体素子の上面に形成された電極の厚み寸法と、前記半導体素子の下面に形成された電極の厚み寸法がほぼ等しくなるように構成したので、半導体装置の製造工程において、ウエハの反りを低減することができ、ウエハの取扱性を向上させることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1の実施例について、図1ないし図8を参照しながら説明する。まず、図3は、本実施例の半導体装置11の全体構成を概略的に示す縦断面図である。この図3に示すように、本実施例の半導体装置11は、半導体チップ（半導体素子）12、下側ヒートシンク（放熱板）13と、上側ヒートシンク14と、ヒートシンクブロック15とを備えて構成されている。

【0015】上記半導体チップ12は、例えばIGBTやサイリスタ等のパワー半導体素子から構成されている。半導体チップ12の形状は、本実施例の場合、図4(a)に示すように、例えば矩形状の薄板状である。また、下側ヒートシンク13、上側ヒートシンク14及びヒートシンクブロック15は、例えばCuやAl等の熱伝導性及び電気伝導性の高い金属で構成されている。そして、ヒートシンクブロック15は、図4(a)に示すように、半導体チップ12よりも1回り小さい程度の大きさの矩形状の板材である。

【0016】また、下側ヒートシンク13は、図4

(a)に示すように、全体として例えばほぼ長方形の板材であり、端子部13aが後方へ向けて延びるように突設されている。更に、上側ヒートシンク14は、図4(d)に示すように、全体として例えばほぼ長方形の板材で構成されており、端子部14aが後方へ向けて延びるように突設されている。

【0017】そして、上記構成の場合、図3に示すように、半導体チップ12は、下側ヒートシンク13の上に接合部材である例えば半田16を介して接合されている。そして、ヒートシンクブロック15は、半導体チップ12の上に接合部材である例えば半田16を介して接合されている。更に、上側ヒートシンク14は、ヒートシンクブロック15の上に接合部材である例えば半田1

6を介して接合されている。尚、上記各半田16の層の厚み寸法は、例えば $100\sim 200\mu\text{m}$ 程度となるように構成されている。

【0018】上記構成においては、半導体チップ12で発生した熱は、その両面からヒートシンク13、14及びヒートシンクブロック15を介して放熱される構成となっている。また、下側ヒートシンク13及び上側ヒートシンク14は、半導体チップ12の下面及び上面に設けられた主電極（例えばコレクタ電極やエミッタ電極等）に半田16を介して電気的に接続されている。

【0019】ここで、半導体チップ12の上面の様子を、図1に示す。この図1に示すように、半導体チップ12の上面には、エミッタ電極（エミッタパッド）17が設けられていると共に、複数例えば5個の制御端子用電極（例えばゲート電極等）118が設けられている。

【0020】更に、半導体チップ12の上面の外周部には、矩形棒状をなす金属製の電極19が設けられている。更にまた、半導体チップ12の下面の全面には、図2に示すように、コレクタ電極20が設けられている。上記各電極17、18、19、20は、例えばTi、Al、Ni、Au、Cu等の金属製の膜であり、半導体チップ12の表面に密着する特性（密着性）に優れていると共に、半田付け性にも優れている。

【0021】そして、各電極17、18、19、20の熱膨張係数は、半導体チップ12の熱膨張係数よりも大きい。具体的には、Tiの熱膨張係数は $11.8\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、Alの熱膨張係数は $23\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、Niの熱膨張係数は $13.4\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、Auの熱膨張係数は $14\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、Cuの熱膨張係数は $17\text{ppm}/^\circ\text{C}$ である。これに対して、Siの熱膨張係数は $3\sim 4\text{ppm}/^\circ\text{C}$ である。尚、上記各電極17、18、19、20は、スパッタやめっき等の方法で半導体チップ12に形成されている。

【0022】また、本実施例の場合、半導体チップ12の上面側の電極17、18、19の厚み寸法と、半導体チップ12の下面側の電極20の厚み寸法とが、ほぼ等しくなるように構成されている。尚、両者の厚み寸法が異なるように構成しても良い。更に、半導体チップ12の上面の外周部の電極19に、ガードリングとしての機能を持たせるように構成することが好ましい。

【0023】そして、本実施例においては、上記したように、半導体チップ12の上面及び下面に電極17、18、19、20を設けたので、半導体チップ12に圧縮応力が残留する。これは、電極17、18、19、20の熱膨張係数が、半導体チップ12の熱膨張係数よりも大きいためである。即ち、半導体チップ12に電極17、18、19、20を形成するときは、半導体チップ12及び電極17、18、19、20は高温状態（例えばスパッタを実行する場合、例えば 150°C 程度の温度状態）となる。

【0024】この高温状態から温度が低下していくと、図5(a)に示すように、電極17、18、19、20の方が、半導体チップ12よりも大きく収縮する。このため、半導体チップ12及び電極17、18、19、20が室温状態となると、電極17、18、19、20の金属膜の収縮力により半導体チップ12は本来の大きさ(図5(b)中の破線参照)よりも圧縮され、半導体チップ12に圧縮応力が残留するのである。この場合、電極17、18、19、20の金属膜の厚み寸法を大きくするほど、残留圧縮応力が大きくなることがわかっている。

【0025】ここで、半導体チップ12の厚み寸法を例えば $250\mu\text{m}$ とし、例えば 150°C において、半導体チップ12の上面に厚み寸法が例えば $5\mu\text{m}$ のA1の電極17、18、19をスパッタで形成し、半導体チップ12の下面に厚み寸法が例えば $20\mu\text{m}$ のCuの電極20をスパッタで形成した場合、半導体チップ12に残留する圧縮応力が 37MPa となることを、本発明者は試作や実験等で確認している。尚、スパッタを実行するときの温度は、上記 150°C よりも高く設定しても良いし、低く設定しても良い。

【0026】また、半導体チップ12の上面のエミッタ電極17は、図3に示すように、半田16を介してヒートシンクブロック15ひいては上側ヒートシンク14に接続されている。また、制御端子用電極(ゲート電極等)18は、リードフレーム21にワイヤー22を介してワイヤーボンディングされている。更に、半導体チップ12の下面のコレクタ電極20は、半田16を介して下側ヒートシンク13に接続されている。

【0027】一方、下側ヒートシンク13の端子部13aと、上側ヒートシンク14の端子部14aは、互いの位置がずれるように、即ち、対向しないように構成されている。上記構成の場合、下側ヒートシンク13の上面と上側ヒートシンク14の下面との間の距離は、例えば $1\sim 2\text{mm}$ 程度になるように構成されている。

【0028】そして、図3に示すように、一対のヒートシンク13、14の隙間、並びに、半導体チップ12及びヒートシンクブロック15の周囲部分には、樹脂(例えばエポキシ樹脂等)23がモールド(充填封止)されている。また、ヒートシンク13、14の表面、並びに、半導体チップ12及びヒートシンクブロック15の周囲部分(端面部)には、図示しないポリアミド樹脂が塗布されている。このポリアミド樹脂は、モールド樹脂23とヒートシンク13、14との密着力、モールド樹脂23と半導体チップ12との密着力、並びに、モールド樹脂23とヒートシンクブロック15との密着力を強化するためのものである。

【0029】尚、半導体チップ12の制御端子用電極18等にワイヤーボンディングされたリードフレーム21も、樹脂23によってモールドされている。尚、リード

フレーム21とワイヤー22の表面にも、ポリアミド樹脂を塗布しておくことが好ましい。

【0030】次に、上記した構成の半導体装置11の製造方法(即ち、製造工程)について、図4を参照して簡単に説明する。まず、図4(a)及び(b)に示すように、下側ヒートシンク13の上面に、半導体チップ12とヒートシンクブロック15を半田付けする工程を実行する。この場合、下側ヒートシンク13の上面に半田箔24を介して半導体チップ12を載せると共に、このチップ12の上に半田箔24を介してヒートシンクブロック15を載せる。この後、加熱装置(リフロー装置)によって上記半田箔24、24を溶融させてから、硬化させる。

【0031】続いて、図4(c)に示すように、チップ12の制御端子用電極(例えばゲート電極等)18とリードフレーム21(図4にては2個のみ図示)とをワイヤーボンディングする工程を実行する。次いで、図4(d)及び(e)に示すように、ヒートシンクブロック15の上に上側ヒートシンク14を半田付けする工程を実行する。この場合、図4(d)に示すように、ヒートシンクブロック15の上に半田箔24を介して上側ヒートシンク14を載せる。そして、加熱装置によって上記半田箔24を溶融させてから、硬化させる。

【0032】このとき、上側ヒートシンク14の上に例えば重り25等を載置することにより、上側ヒートシンク14を下方へ向けて加圧するように構成されている。これと共に、上側ヒートシンク14と下側ヒートシンク13との間に、スペーサ治具(図示しない)を取り付けることにより、上側ヒートシンク14と下側ヒートシンク13との間の距離を予め決められた設定距離に保持するように構成されている。

【0033】尚、半田箔24が溶融する前の状態では、上側ヒートシンク14と下側ヒートシンク13との距離は、スペーサ治具の設定距離よりも大きくなるように構成されている。そして、半田箔24が溶融すると、重り25等の加圧力により、溶融した半田層の部分が薄くなり、上側ヒートシンク14と下側ヒートシンク13との距離がスペーサ治具の設定距離と等しくなる。このとき、半田層は、適度な薄さまで薄くなるように構成されている。そして、溶融した半田層が硬化すれば、半導体チップ12とヒートシンク13、14とヒートシンクブロック15の接合及び電気的接続が完了する。

【0034】次いで、ポリアミド樹脂を、一対のヒートシンク13、14の表面、並びに、半導体チップ12及びヒートシンクブロック15の周囲部分等に塗布する工程を実行する。この場合、ポリアミド樹脂を塗布する具体的方法としては、ポリアミド樹脂塗布用のディスペンサのノズルからポリアミド樹脂を滴下したり噴霧したりする塗布方法や、ディッピング(浸漬)塗布方法等を使用すれば良い。尚、ワイヤー22やリードフレーム21

の表面にも、ポリアミド樹脂を塗布しておくことが好ましい。

【0035】この後、上記塗布したポリアミド樹脂が乾燥したら、図3に示すように、ヒートシンク13、14の隙間、並びに、半導体チップ12及びヒートシンクブロック15の周囲部分等を、樹脂23でモールドする工程を実行する。この場合、上述したように半田付けし且つポリアミド樹脂を塗布したヒートシンク13、14、半導体チップ12及びヒートシンクブロック15等の構成を、図示しない成形型の内部に収容すると共に、樹脂23を注入（充填）する。これにより、一対のヒートシンク13、14の隙間、並びに、チップ12及びヒートシンクブロック15の周囲部分等に、樹脂23が充填される。そして、上記樹脂23が硬化した後、成形型内から半導体装置11を取り出せば、半導体装置11が完成する。

【0036】このような構成の本実施例においては、半導体チップ12の上面及び下面に金属製の電極17、18、19、20を形成したので、これら電極17、18、19、20の熱膨張係数が半導体チップ12の熱膨張係数よりも大きいことから、半導体チップ12に圧縮応力が残留するようになる。そして、半導体チップ12に残留圧縮応力がある状態で、半導体チップ12に引っ張り応力が作用したとすると、上記残留圧縮応力と引っ張り応力が相殺することから、半導体チップ12が耐えられる引っ張り応力が上記残留圧縮応力の分だけ強くなる。

【0037】このため、半導体チップ12の引っ張り応力に対する強度が、実質的に（即ち、見かけ上）増すことになる。従って、半導体装置11の製造工程において、半導体チップ12にかかる引っ張り応力を低減することができ、半導体チップ12にクラックや割れが発生することを防止できる。以下、残留圧縮応力と引っ張り応力との関係を、図6を参照しながら、具体的に説明する。

【0038】図6において、縦軸は半導体チップ12に発生する応力（または半導体チップ12に作用する応力）を示しており、プラス方向は引っ張り応力であることを示し、マイナス方向は圧縮応力であることを示している。さて、半導体チップ12の引っ張り応力に対する強度は、一般的に100MPa程度であるから、残留圧縮応力がない従来構成の半導体チップは、図6において、矢印Aで表すことができる。

【0039】これに対して、残留圧縮応力が例えば37MPa（-37MPa）存在する本実施例の半導体チップ12は、図6において、矢印Bで表すことができる。この本実施例の半導体チップ12の実質的な引っ張り応力強度（見かけの引っ張り応力強度）は、（100+37）MPaとなり、従来構成のものより、かなり大きくなる。また、上記残留圧縮応力が例えば37MPa存在

する本実施例の半導体チップ12は、前述したようにして、半導体チップ12の厚み寸法を例えば250 μ mとし、例えば150℃において、半導体チップ12の上面に例えば5 μ mのAlの電極17、18、19をスパッタで形成し、半導体チップ12の下面に厚み寸法が例えば20 μ mのCuの電極20をスパッタで形成した半導体チップである。

【0040】尚、半導体チップ12の圧縮応力に対する強度は、一般的に500MPa程度であるから、上記残留圧縮応力が37MPaの半導体チップ12は、圧縮応力の限界強度にほど遠いことから、上記残留圧縮応力が存在しても実用上何の問題もない。更に、半導体チップ12の残留圧縮応力は、低温になるほど大きくなる傾向にあるが、室温の残留圧縮応力が37MPaの半導体チップ12は、最低の製品環境温度である例えば-40℃になったときに、その残留圧縮応力が57MPa程度になるが、この値は圧縮応力の限界強度にほど遠いことから、上記残留圧縮応力が存在しても実用上何の問題もない。

【0041】また、上記実施例においては、半導体チップ12の上面及び下面に電極17、18、19、20を形成したので、温度変化に応じて半導体チップ12が膨張または収縮する場合に、電極17、18、19、20の熱膨張係数に応じた膨張または収縮が半導体チップ12に加わることになる。このため、半導体チップ12全体（電極17、18、19、20を含めた複合系）としての実質的な（見かけ上の）熱膨張係数は、大きくなり、電極17、18、19、20の熱膨張係数、ひいては、ヒートシンク13、14、15の熱膨張係数に近付くことになる。

【0042】具体的には、上述した残留圧縮応力が37MPa存在する半導体チップ12の場合、熱膨張係数が4.2ppm/℃から5.8ppm/℃へと大きくなる。この結果、半導体チップ12とヒートシンク13、14、15とを接合する半田16に加わるせん断応力（即ち、半田接合の塑性（せん断）歪み）が低減することから、信頼性を向上でき、寿命を長くすることができる。

【0043】一方、ウエハをダイシングして個々のチップに切断分離する場合に、チップのダイシング面やチップのエッジに傷が付いたり、割れたりする表面欠陥が発生することがある。これに対して、上記実施例によれば、半導体チップ12の上面のうちの外周部に金属製の電極19を形成したので、半導体チップ12の外周部の強度が増すことから、上記表面欠陥の発生を極力防止することができる。即ち、ダイシング時のチップングを抑制することができる。

【0044】また、上記実施例においては、半導体チップ12の上面側の電極17、18、19の厚み寸法と、半導体チップ12の下面側の電極20の厚み寸法とを、

ほぼ等しくするように構成した。このため、図7及び図8に示すように、ウエハ26に多数の半導体チップ12を製造するときに、ウエハ26の上面及び下面に形成する電極の厚み寸法がほぼ等しくなる。従って、ウエハ26の反りを低減することができ、半導体プロセスにおけるウエハ26の取扱性を向上させることができる。

【0045】尚、上記実施例においては、半導体チップ12の下面の面粗度Raを例えば $0.01\mu\text{m}$ としたが、面粗度Raを $0.01\mu\text{m}$ 以上としても良い。この場合、面粗度Raを大きくすると、チップ12が熱応力等によって割れ易くなるので、半導体チップ12の上面及び下面に電極17、18、19、20を設けることによる有効性が高くなる。

【0046】図9は、本発明の第2の実施例を示すものである。尚、第1の実施例と同一構成には、同一符号を付している。この第2の実施例では、図9に示すように、各電極17、19、20を、半導体チップ12と密着性の良い金属からなる下地電極17a、19a、20aと、この下地電極17a、19a、20aの上に半田27を介して接合された金属製の上部電極17b、19b、20bとから構成したものである。また、制御端子用電極18についても、図示していないが、同様にして下地電極と上部電極とから構成している。

【0047】この構成の場合、下地電極17a、19a、20aは、例えばTiやTiN等の金属で構成されており、半導体チップ12の上面または下面にスパッタやめっき等によって成膜されている。そして、上部電極17b、19b、20bは、例えばCuやAlやNi等の金属箔（半田付け可能な金属箔）で構成されており、この金属箔を上記下地電極17a、19a、20aの上に半田27付けしている。尚、半田27としては、Au-Sn系やSn-Sb系等の半田材を使用している。

【0048】上述した以外の第2の実施例の構成は、第1の実施例の構成と同じ構成となっている。従って、第2の実施例においても、第1の実施例とほぼ同じ作用効果を得ることができる。特に、第2の実施例によれば、電極17、19、20を、半導体チップ12と密着性の良い金属からなる下地電極17a、19a、20aと、この下地電極17a、19a、20aの上に形成された金属製の上部電極17b、19b、20bとから構成したので、電極17、19、20を半導体チップ12に強く固着することができると共に、電極17、19、20の高さ寸法（電極膜の厚み寸法）を容易に調節すること

ができる。

【0049】尚、上記第2の実施例では、下地電極17a、19a、20aの上に上部電極17b、19b、20bを半田接合するように構成したが、他のろう付け方法で接合するように構成しても良い。

【0050】また、上記各実施例では、半導体チップ12を一对のヒートシンク13、14で挟む構成に適用したが、これに限られるものではなく、1個のヒートシンクの上面に半導体チップを載置して半田接合し、全体を樹脂モールドする構成に適用しても良い。

【0051】更に、上記各実施例においては、半導体チップ12としてIGBTに適用したが、これに限られるものではなく、例えばMOSFETや他の半導体素子に適用しても良い。MOSFETに適用した構成においては、エミッタ電極14はソース電極となり、コレクタ電極はドレイン電極となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す半導体チップの上面図

【図2】半導体チップの縦断面図

【図3】半導体装置の縦断面図

【図4】半導体装置の製造工程を示す図

【図5】熱膨張係数の相違で半導体チップに圧縮応力が発生する様子を説明する図

【図6】半導体チップに発生する圧縮応力と引っ張り応力との関係を説明する図

【図7】ウエハの上面図

【図8】ウエハの部分縦断面図

【図9】本発明の第2の実施例を示す図2相当図

【図10】従来構成を示すものであり、半導体装置の製造工程を示す図

【図11】半導体チップに作用する応力を示す図

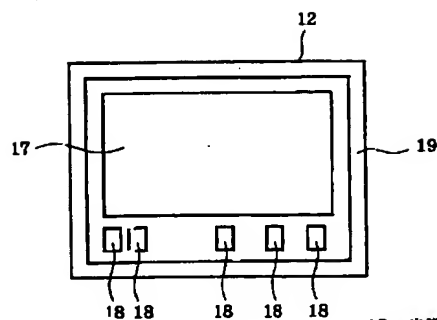
【図12】半導体チップに水平クラックが発生する様子を示す図

【図13】半導体チップに発生する圧縮応力と引っ張り応力とを説明する図

【符号の説明】

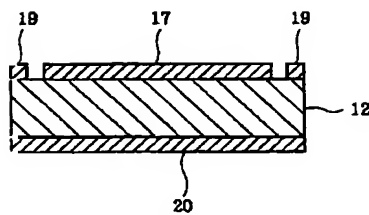
11は半導体装置、12は半導体チップ（半導体素子）、13は下側ヒートシンク（放熱板）、14は上側ヒートシンク、15はヒートシンクブロック、16は半田、17はエミッタ電極、18は制御端子用電極、19は電極、20はコレクタ電極、23は樹脂、24は半田箔、26はウエハ、27は半田を示す。

【図1】

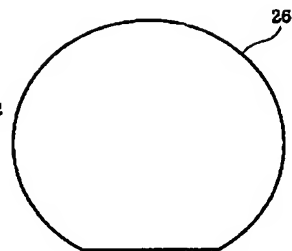


12: 半導体素子
19: 電極

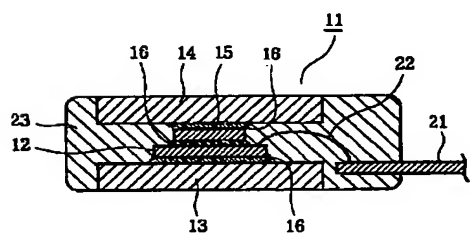
【図2】



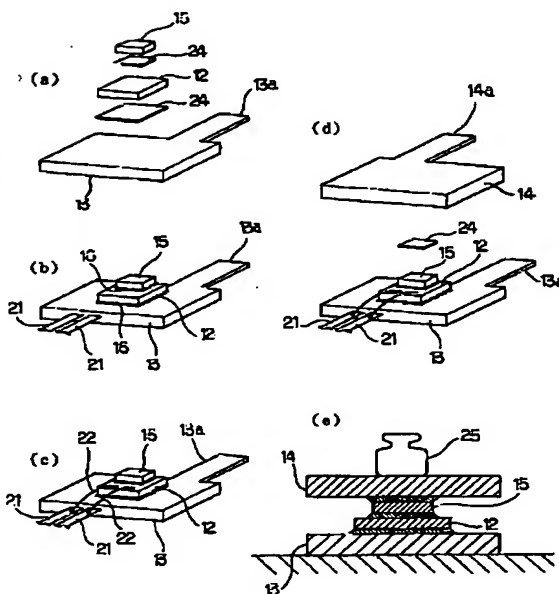
【図7】



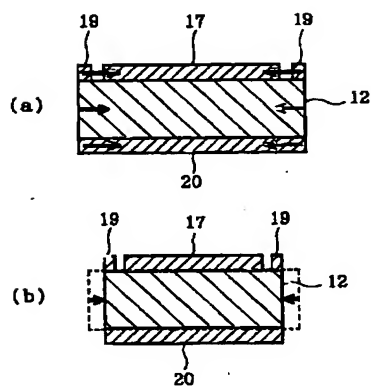
【図3】



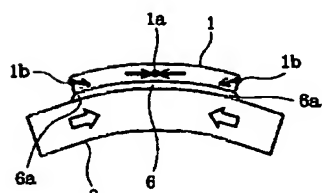
【図4】



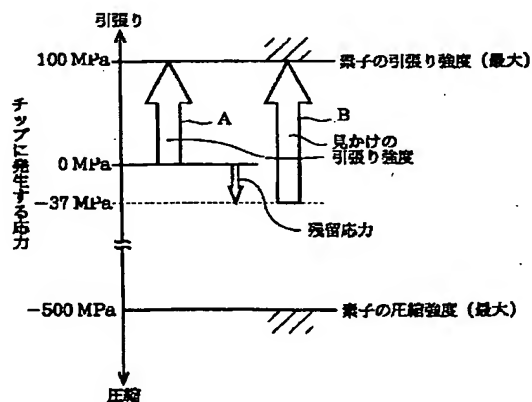
【図5】



【図11】



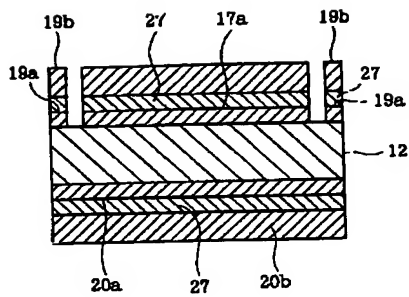
【図6】



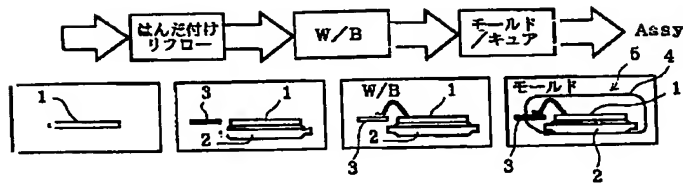
【図8】



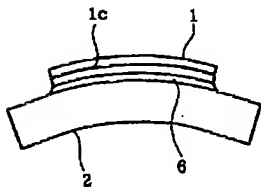
【図9】



【図10】



【図12】



【図13】

